อิทธิพลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

Influence of Dietary Supplementation of *Moringa oleifera* Leaf Powder on Egg Production and Egg Quality

ภุชงค์ วีรดิษฐกิจ* และไพโชค ปัญจะ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Phuchong Veeraditthakit* and Paichok Panja

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต และคุณภาพไข่ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วยอาหารทั้งหมด 4 สูตร คือ สูตรควบคุม (ไม่เสริมใบมะรุมผง) และอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยวิจัยในไก่ไข่พันธุ์อิซาบราวน์ที่อายุ 26 สัปดาห์ จำนวน 200 ตัว โดยสุ่มไก่ออกมาเป็นกลุ่มกลุ่มละ 10 ตัว จำนวน 20 กลุ่ม อาหารแต่ละสูตรจะถูกสุ่มให้แต่ละกลุ่มเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งอาหารทุกสูตรมีโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ใกล้เคียงกัน จากการศึกษาผลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่พบว่าการเสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักไข่เฉลี่ย และมวลไข่ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่ากลุ่มที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 0 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตไข่และประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม ดีกว่ากลุ่มที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) ด้านคุณภาพไข่พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับใบมะรุมผงที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร มีสีเปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว ความสูงไข่ขาว และค่าฮอฟ์ยูนิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่ากลุ่มที่เสริมใบมะรุมในอาหารจะมีสีไข่แดงเข้มกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมใบมะรุม ($P<0.05$) ซึ่งจากการวิจัยสรุปได้ว่าใบมะรุมผงสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับไก่ไข่ได้ เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนและพลังงานค่อนข้างสูง และไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพของไก่และคุณภาพไข่ ยิ่งไปกว่านั้นใบมะรุมผงสามารถเพิ่มสีไข่แดง

คำสำคัญ : ใบมะรุม; ไก่ไข่; ผลผลิตไข่; คุณภาพไข่

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** oat_maborow@hotmail.com

Abstract

The objective of this study was to determine the effects of *Moringa oleifera* leaf powder supplementation in layer diet on egg production and egg quality. This experiment was designed as completely randomized design (CRD). The experimental diets were control (no *Moringa oleifera* leaf powder) and supplemented with *Moringa oleifera* leaf powder at 2, 4 and 6 %, respectively. Two hundred Isa brown laying hens at 26 weeks of age were devided into 4 treatments, each with 5 groups (10 birds per group). Each group was randomed to each treatment for 8 weeks. All diets were isonitrogenous and isocaloric. The results of the effect of supplementation with *Moringa oleifera* leaf powder at 0, 2, 4 and 6 % found that feed intake, egg weight and egg mass were not significantly different among treatments (P>0.05). However, supplementation with *Moringa oleifera* leaf powder at 0 and 2% cause egg production performance and feed conversion ratio were greater when compare with the other treatments (P<0.05). Shell color, shell thickness, shell weight, yolk weight, albumen weight, albumen height and haugh unit were not significantly different among treatments (P>0.05) but yolk color was found to be increased in birds consumed the diets supplemented with *Moringa oleifera* leaf powder at 2, 4 and 6 % when compared to control diet (P<0.05). In conclusion, *Moringa oleifera* leaf can be used as feedstuff for laying hens, owing to the high content of protein and gross energy and no adversely affect to health and egg quality. Furthermore, dietary supplementation of *Moringa oleifera* leaf powder increased yolk color.

Keywords: *Moringa oleifera* leaf; laying hen; egg production; egg quality

1. บทนำ

ในปัจจุบันไก่ไข่ถือว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งการเลี้ยงไก่ไข่ต้องคำนึงถึงผลผลิตและคุณภาพของไข่มากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค เช่น ไข่มีขนาดใหญ่ หรือไข่แดงมีสีแดงเข้ม อุตสาหกรรมอาหารสัตว์และเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่จึงมีความต้องการปรับปรุงให้สีของไข่แดงเข้มขึ้น โดยเสริมสารสีสังเคราะห์เพื่อเป็นแหล่งสารสีในอาหารไก่ไข่ สารสังเคราะห์เหล่านี้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้อาหารไก่ไข่มีราคาสูงขึ้น [1] และผู้บริโภคในหลาย ๆ ประเทศให้ความนิยมบริโภคไข่ไก่ที่มีความเข้มสีไข่แดงที่ระดับ 8-12 คะแนน [2] นอกจากนี้ผู้ผลิตอาหารไก่ไข่หรือเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่นั้นยังเสริมสารปฏิชีวนะเพื่อให้ได้ผลผลิตมากขึ้น ซึ่งสารปฏิชีวนะเหล่านี้หากไม่ระมัดระวังในการใช้ก็จะทำให้เกิดผลเสียได้ โดยจะก่อให้เกิดผลตกค้างในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ อันจะส่งผลถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค อีกทั้งปัจจุบันยังคงนำเข้าจากต่างประเทศจำนวนมาก แนวคิดการนำพืชสมุนไพรที่มีผลทางยามาใช้ในอาหารไก่ไข่ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้ปราศจากผลตกค้าง หรืออาจช่วยให้ผลตกค้างจากสารปฏิชีวนะลดน้อยลงในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ และยังช่วยลดการนำเข้าสารปฏิชีวนะจากต่างประเทศเป็นการลดต้นทุนในการผลิต รวมทั้งเป็นการเพิ่มอาชีพและรายได้ให้กับผู้เลี้ยง

สัตว์และผู้ปลูกสมุนไพรภายในประเทศ

มะรุม (*Moringa oleifera*) เป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่พบมากในประเทศไทย และประเทศในเขตร้อน [3] มะรุมเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว เจริญเติบโตได้กับดินทุกชนิด สามารถทนแล้งได้ดี [4,5] ซึ่งใบมะรุมถือว่ามีปริมาณโภชนะที่สำคัญสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ใบมะรุมมีแคลเซียม 4 เท่าของน้ำนม วิตามินซี 7 เท่าของส้ม โพแทสเซียม 3 เท่าของกล้วย เหล็ก 3 เท่าของผักขม วิตามินเอ 4 เท่าของแครอท และโปรตีน 2 เท่าของน้ำนม (น้ำหนักที่เท่ากัน) นอกจากนี้ใบมะรุมยังอุดมไปด้วยเบตาแคโรทีนซึ่งเป็นสารสีตามธรรมชาติ [6] และเป็นแหล่งของกรดไขมันและกรดอะมิโนที่สำคัญหลายชนิด เพื่อเป็นแหล่งโภชนะในอาหารสัตว์ปีก ซึ่งสาระสำคัญที่อยู่ในใบมะรุมเหล่านี้ ได้แก่ แทนนิน ฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ และวิตามินซีที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จะช่วยลดความเครียด ช่วยเพิ่มระบบภูมิคุ้มกัน และป้องกันโรค [4,7-9] อีกทั้งมะรุมยังมีสรรพคุณทางเภสัชวิทยาหลายอย่าง เช่น มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [10] เป็นสารกระตุ้นการไหลเวียนเลือด มีฤทธิ์ลดความดันโลหิต ลดคอเลสเตอรอล ลดน้ำตาลในเลือด ต้านจุลินทรีย์ [4, 11] ในขณะที่การวิจัยเกี่ยวกับการเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ในประเทศไทยนั้นมีการศึกษาน้อยมาก ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์จากใบมะรุมนำมาใช้เสริมลงในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่ เพื่อเป็นแนวทางในการทดแทนการใช้สารปฏิชีวนะและสารสังเคราะห์ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ไข่ ส่งผลให้มีความปลอดภัยต่อการผลิตภัณฑ์จากไก่ไข่และได้อาหารที่ปลอดภัย นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ของใบมะรุมจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย และส่งผลในการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศในตลาดโลกอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 สัตว์ทดลองและอาหารทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ใช้ไก่ไข่พันธุ์อิซาบราวน์ (Isa Brown) อายุ 26 สัปดาห์ จำนวน 200 ตัว เลี้ยงในกรงตับ ไก่ไข่จะเลี้ยงด้วยอาหารระยะเริ่มไข่ที่ผลิตขึ้นทางการค้า มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy) 2,700 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม และมีโภชนะอื่น ๆ เพียงพอกับความต้องการ [12] อาหารและน้ำมีให้กินอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ทำการสุ่มไก่ออกเป็น 20 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัว โดยสุ่มให้สูตรอาหาร 4 สูตร สูตรละ 5 ซ้ำ เลี้ยงด้วยอาหารที่ผลิตขึ้นทางการค้า และอาหารที่เสริมใบมะรุมทั้ง 4 สูตร ดังนี้

2.1.1 สูตรอาหาร A คือ สูตรอาหารควบคุม (ไม่เสริมใบมะรุม)

2.1.2 สูตรอาหาร B คือ สูตรอาหารที่ผสมด้วยใบมะรุมผง 2 เปอร์เซ็นต์

2.1.3 สูตรอาหาร C คือ สูตรอาหารที่ผสมด้วยใบมะรุมผง 4 เปอร์เซ็นต์

2.1.4 สูตรอาหาร D คือ สูตรอาหารที่ผสมด้วยใบมะรุมผง 6 เปอร์เซ็นต์

ส่วนประกอบของอาหารแต่ละสูตรแสดงในตารางที่ 1 และคุณค่าทางโภชนะของใบมะรุมแสดงในตารางที่ 2 โดยอาหารทุกสูตรมีปริมาณโปรตีน และพลังงานที่ใกล้เคียงกัน

2.2 โรงเรือนและการจัดการเลี้ยงดู

โรงเรือนไก่ไข่แบบระบบปิด ควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนด้วยระบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling system) ใช้ผ้าม่านสีดำปิดข้างโรงเรือนเพื่อลดรังสีความร้อนจากภายนอกเข้าสู่โรงเรือน และใช้พัดลมระบายอากาศติดอยู่ท้ายโรงเรือน ซึ่งควบคุมการเปิด-ปิดพัดลมและปั๊มน้ำ โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.00±3.00 องศาเซลเซียส และความ

ชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 82±2.00 เปอร์เซ็นต์ เป็นกรงตับที่มีรางอาหารอยู่ด้านหน้ากรง และมีระบบการให้น้ำอัตโนมัติแบบหัวหยด (nipple)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารแต่ละสูตรที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุดิบ	สูตรอาหาร			
	A	B	C	D
ข้าวโพด	539.55	530.55	530.34	531.11
รำข้าว	102.00	111.00	114.00	108.00
รำสกัดน้ำมัน	41.00	27.00	11.00	0.00
ใบมะรุม	0.00	20.00	40.00	60.00
กากถั่วเหลือง 48 %	201.00	195.00	189.00	177.00
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	0.00	0.00	0.00	10.00
แคลเซียมคาร์บอเนต	97.00	96.00	95.00	93.00
โมโนแคลเซียมฟอสเฟส	11.00	12.00	12.00	12.00
เกลือ	3.00	3.00	3.00	3.00
ดีแอล-เมไธโอนีน	1.16	1.20	1.30	1.42
แอล-ไลซีน	0.00	0.00	0.11	0.22
ทรีโอนีน-98	0.04	0.00	0.00	0.00
พรีมิกซ์	4.25	4.25	4.25	4.25
รวม	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00
ปริมาณโภชนะโดยการคำนวณ				
ความชื้น (%)	10.77	10.77	10.78	10.76
เถ้า (%)	13.48	13.58	13.54	13.41
โปรตีน (%)	16.00	16.00	16.00	16.00
ไขมัน (%)	3.70	3.90	4.03	4.24
เยื่อใย (%)	3.38	3.50	3.59	3.71
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (kcal/kg)	2,700.00	2,700.00	2,700.00	2,700.00
แคลเซียม (%)	3.99	4.01	4.02	3.99
ฟอสฟอรัส (%)	0.81	0.82	0.79	0.76
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ (%)	0.39	0.41	0.40	0.39
เกลือ (%)	0.29	0.29	0.29	0.29
ไลซีน (%)	0.81	0.80	0.80	0.80
เมไธโอนีน (%)	0.38	0.38	0.39	0.40
เมไธโอนีน+ซีสทีน (%)	0.66	0.65	0.65	0.65
ทรีโอนีน (%)	0.62	0.61	0.61	0.61
ทริปโตเฟน (%)	0.18	0.18	0.19	0.19
โซเดียม (%)	0.17	0.18	0.18	0.19

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนะของใบมะรุม

ความชื้น (%)	เถ้า (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	พลังงานทั้งหมด (kg/kcal)
80.59	9.68	21.04	8.16	12.06	3,727.38

2.3 การบันทึกผล

2.3.1 บันทึกผลผลิตไข่ โดยบันทึกจำนวนไข่ในแต่ละซ้ำทุกวัน แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ในแต่ละกลุ่มการทดลอง

2.3.2 บันทึกน้ำหนักไข่ โดยชั่งน้ำหนักไข่ทีละซ้ำทุกวัน แล้วนำมาคำนวณเป็นน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง

2.3.3 บันทึกปริมาณอาหารที่กิน โดยบันทึกน้ำหนักอาหารทุก ๆ 7 วัน ในแต่ละซ้ำ แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน นำค่าที่บันทึกมาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน) = (น้ำหนักอาหารที่กินตลอดการทดลอง) ÷ (จำนวนไก่ x จำนวนวัน)

(2) ผลผลิตไข่ (เปอร์เซ็นต์) (hen-day) = (จำนวนไข่ตลอดการทดลอง x 100) ÷ (จำนวนไก่ x จำนวนวัน)

(3) ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม = (ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง) ÷ [น้ำหนักไข่ที่ได้ตลอดการทดลอง (กิโลกรัม)]

(4) น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง) = (น้ำหนักไข่ทั้งหมดของแต่ละซ้ำตลอดการทดลอง) ÷ (จำนวนไข่ทั้งหมดในแต่ละซ้ำตลอดการทดลอง)

(5) มวลไข่ = (เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่) x [น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (กรัม)]

2.3.4 การตรวจคุณภาพไข่และส่วนประกอบของฟองไข่ โดยการสุ่มฟองไข่ซ้ำละ 3 ฟอง ในทุก ๆ 7 วัน เพื่อบันทึกน้ำหนักไข่ และตรวจสอบคุณภาพทั้งภายนอกและภายใน ดังนี้

(1) น้ำหนักฟองไข่ นำไข่ที่ได้จากการสุ่มมาวัดเพื่อหาน้ำหนักที่ได้ต่อฟอง โดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง จากนั้นบันทึกน้ำหนักที่ได้ เพื่อนำไปคำนวณค่ามวลไข่

(2) สีเปลือกไข่ วัดโดยใช้เครื่องมือ Shell Color Reflectometer โดยการวัดต้องทำการตั้งค่าของเครื่องด้วยแผ่นเทียบสีมาตรฐานสีขาวและสีดำก่อน จากนั้นจึงนำเครื่องมาทำการวัดเพื่อหาค่าสีของเปลือกไข่ในแต่ละกลุ่มที่สุ่มเลือกมาทดลอง โดยวิธีการวัดให้นำหัวอ่านมาวางที่เปลือกไข่ค่าที่ได้จะแสดงออกมาเป็นตัวเลข ซึ่งหมายถึงความเข้มของสีเปลือกไข่

(3) ความหนาของเปลือกไข่ ทำการวัดโดยใช้ไมโครมิเตอร์ Shell Thickness Micrometer วัดด้วยการนำเปลือกไข่ส่วนหนึ่งที่วัดออกมา ลอกเยื่อผนังด้านในออกแล้ววัดด้วยเครื่องไมโครมิเตอร์ ค่าตัวเลขที่แสดงออกมาจะเป็นค่าความหนาของเปลือกไข่

(4) น้ำหนักเปลือกไข่ นำเปลือกไข่ที่แยกไข่แดงและไข่ขาวออกแล้วมาชั่งโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักที่ได้

(5) ความสูงไข่ขาว การวัดค่าทำได้โดยการตอกฟองไข่ที่ต้องการวัดค่าออก ให้ฟองไข่อยู่บนเครื่องมือวัดที่เรียกว่า Haugh Gauge (Albumin Height Gauge) ของบริษัท Technical Service and Supplies, Chessingham Park, Dunnington, York Yol 5SE England ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นกระจกเงา การวัดต้องทำการปรับเครื่องมือให้อยู่ในแนวระนาบเสมอ จากนั้นนำเครื่องที่มีลักษณะเป็นเหล็ก 3 ขา และมีแท่งเหล็กดังกล่าวแตะลงไปที่ไข่ขาว เครื่องวัดจะ

แสดงผลออกมาเป็นตัวเลขในหน่วยมิลลิเมตร บันทึกค่าที่ได้ สามารถนำค่าดังกล่าวไปคำนวณเป็นค่า Haugh unit ซึ่งใช้ในการวัดคุณภาพไข่

(6) สีไข่แดง วัดโดยใช้เครื่องมือ Yolk Color Fan ของบริษัท Dotterfarbfacher Evential colorime'trique Abanico colorime' trico 1993-HMB 50515 Printed in Swizerland การวัดสีไข่แดงทำได้ด้วยการนำไข่แดงที่ได้จากการวัดความสูงของไข่ขาวแล้ว มาทำการวัดสีโดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐาน โดยใช้หลักเปรียบเทียบทางสายตาว่าสีของไข่แดงที่ได้นั้นอยู่ในช่วงใด จากนั้นจึงบันทึกเบอร์สีดังกล่าว

(7) น้ำหนักไข่แดง นำไข่แดงที่ได้ทำการแยกออกจากไข่ขาวมาชั่งบนเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักที่ได้

(8) น้ำหนักไข่ขาว นำไข่ขาวที่ได้จากการแยกไข่แดงออกจากมาชั่งบนเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักที่ได้

(9) ค่าฮอฟ์ยูนิต (Haugh unit) คำนวณได้จากสมการ ดังนี้ $HU = 100 \times \log (H + 7.57 - 1.7W^{0.37})$ เมื่อ HU คือ ค่าฮอฟ์ยูนิต H คือ ค่าความสูงไข่ขาว (มิลลิเมตร) และ W คือ ค่าน้ำหนักไข่ (กรัม)

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตรอาหารโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS® [13]

ตารางที่ 3 ผลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะในการผลิต

ข้อมูลที่บันทึก	ระดับใบมะรุมในอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				P-value	C.V.	F-test
	0	2	4	6			
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	112.60±6.88	108.20±2.39	112.00±4.69	108.00±4.47	0.24	3.91	NS
ผลผลิตไข่ (เปอร์เซ็นต์)	96.71±2.77[a]	97.11±0.79[a]	94.82±2.46[ab]	91.25±3.87[b]	0.02	1.74	*
อัตราการเปลี่ยนอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม	1.90±0.05[ab]	1.84±0.02[b]	1.93±0.03[a]	1.95±0.07[a]	0.01	2.24	**
น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)	61.65±2.08	60.82±0.53	61.42±1.62	61.20±0.93	0.66	1.74	NS
มวลไข่ (กรัม/ตัว/วัน)	59.64±3.19	59.07±0.73	58.27±2.80	55.83±2.24	0.12	4.15	NS

[ab] คือ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α = 0.05)

* คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α = 0.05)

** คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (α = 0.01)

NS คือ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (α = 0.05)

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 สมรรถภาพการให้ผลผลิต (production performance)

3.1.1 ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake) ปริมาณอาหารที่กินได้ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุมและสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 112.60, 108.20, 112.00 และ 108.00 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับการวิจัยของ Olugbemi และคณะ [9] ที่

พบว่าการเสริมใบมะรุมผงในอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้นในอาหารไก่ไข่ พบว่าการเสริมใบมะรุมที่ 0, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้น 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณอาหารที่กินมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และยังสอดคล้องกับการวิจัยของ Atuahene และคณะ [14] ที่พบว่าการเสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 0, 2.5, 5.0 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณอาหารที่กินมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จากการวิจัยครั้งนี้ปริมาณอาหารที่กินมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เนื่องมาจาก ปริมาณอาหารที่กินของไก่นั้นขึ้นอยู่กับโปรตีนและพลังงานในอาหาร จากการวิจัยครั้งนี้อาหารทุกสูตรมีค่าพลังงานและโปรตีนใกล้เคียงกัน และอาหารทุกสูตรยังมีปริมาณเยื่อใยที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้ปริมาณอาหารที่กินมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

3.1.2 ผลผลิตไข่ (egg production) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 96.71, 97.11, 94.82 และ 91.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกลุ่มที่เสริมใบมะรุมผงในอาหารที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตไข่สูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมใบมะรุมที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่เสริมใบมะรุมผงในอาหารที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตไข่ต่ำที่สุด ผลผลิตไข่จากการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ Abou-Elezz และคณะ [17] ที่พบว่าการเสริมใบมะรุมผงในอาหารที่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05) แต่แตกต่างจากการวิจัยของ Abou-Elezz และคณะ [16] ที่พบว่าการใช้ใบมะรุมสดเสริมให้ไก่ไข่กินที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตไข่ดีกว่ากลุ่มควบคุม (P<0.05) (71.4 และ 66.6 เปอร์เซ็นต์ ตาม ลำดับ) จะเห็นได้ว่าเมื่อเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่สูงกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลต่อผลผลิตไข่ เนื่องจากปริมาณเยื่อใยในอาหารเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทำให้สัตว์มีการย่อยได้ของเยื่อใย โปรตีน และพลังงานต่ำลง นอกจากนี้อาหารมีความฟ่ามมากขึ้น และอาจทำให้ไก่ไม่สามารถใช้อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ [18] นอกจากนี้การเสริมใบมะรุมผงที่ระดับสูงขึ้นยังส่งผลให้ปริมาณอาหารที่กินมีแนวโน้มลดลงและการที่เสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ที่สูงกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตไข่ลดลง อาจเป็นผลมาจากแทนนินในใบมะรุม ซึ่งแทนนินจะลดประสิทธิภาพของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยอาหารของไก่ [17] ซึ่งจากการศึกษาของ Mutayoba และคณะ [15] ที่พบว่าใบมะรุมมีปริมาณแทนนิน 2.83 เปอร์เซ็นต์

3.1.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม (feed conversion per 1 killogram of egg) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 1.90, 1.84, 1.93 และ 1.95 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกลุ่มที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม มีค่าดีที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม มีค่าเลวที่สุด สอดคล้องกับการวิจัยของ Kakengi และคณะ [18] ที่พบว่าการใช้ใบมะรุมผงทดแทนกากเมล็ดทานตะวันในอาหารที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารต่อการผลิตไข่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อัตราการเปลี่ยนอาหารต่อการผลิตไข่ 1

กิโลกรัม ของการวิจัยครั้งนี้ แสดงว่ามะรุมสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการนำอาหารไปใช้เปลี่ยนเป็นผลผลิตไข่ได้ดีที่สุดในระดับที่ 2 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าจะไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมใบมะรุม 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ การเสริมที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ นั้นให้ผลไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่มีแนวโน้มของประสิทธิภาพการนำอาหารไปใช้เปลี่ยนเป็นผลผลิตไข่ได้เลวลงเพราะปริมาณแทนนินในอาหารเพิ่มขึ้น โดยแทนนินจะลดประสิทธิภาพการย่อยและการดูดซึมอาหารของไก่ [17]

3.1.4 น้ำหนักไข่เฉลี่ย (egg weight) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 61.65, 60.82, 61.42 และ 61.20 กรัม/ฟอง ตามลำดับ (ตารางที่ 3) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) น้ำหนักไข่เฉลี่ยของการการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับ Abou-Elezz และคณะ [17] ที่พบว่าการเสริมใบมะรุมผงในอาหารที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยน้ำหนักไข่เฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากน้ำหนักไข่จะขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนและพลังงาน จากการวิจัยครั้งนี้อาหารทุกสูตรได้ทำการปรับสมดุลโภชนะต่าง ๆ ให้มีค่าใกล้เคียงกัน และปรับโภชนะต่าง ๆ ที่จำเป็นในอาหารทุกสูตรให้ครบถ้วน และโภชนะเพียงพอต่อความต้องการเพื่อการดำรงชีพและการให้ผลผลิตของแม่ไก่ [12] และไก่แต่ละกลุ่มมีปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงส่งผลให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟองของแม่ไก่แต่ละกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

3.1.5 มวลไข่ (egg mass) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 59.64, 59.07, 58.27 และ 55.83 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าการเสริมใบมะรุมผงในระดับสูงขึ้นจะทำให้มวลไข่มีค่าลดลง สอดคล้องกับการวิจัยของ Abou-Elezz และคณะ [17] รายงานว่าการเสริมใบมะรุมผงในอาหารที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มวลไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมวลไข่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักไข่และผลผลิตไข่ เนื่องจากน้ำหนักไข่จากการวิจัยครั้งนี้ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) และผลผลิตไข่จากการวิจัยครั้งนี้มีความแตกต่างกัน (P<0.05) แต่ไม่ทำให้มวลไข่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

3.2 คุณภาพไข่ (egg quality)

3.2.1 สีเปลือกไข่ (shell color) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 23.39, 22.70, 23.12 และ 22.66 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แสดงว่าใบมะรุมผงไม่มีผลต่อสีเปลือกไข่ เพราะสีเปลือกไข่จะถูกควบคุมโดยพันธุกรรมของไก่ ซึ่งการทดลองนี้ใช้ไก่พันธุ์อิซาบราวน์ทั้งหมด ให้ไข่เปลือกสีน้ำตาล จึงทำให้ความเข้มสีของเปลือกไข่มีความใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ สุวรรณ [19] รายงานว่าสีเปลือกไข่เกิดจากสารพวก ooporphyrin ที่มาจาก hematoporphyrin ที่เกิดจากการสลายตัวของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงทำให้เปลือกไข่มีสีน้ำตาล

3.2.2 ความหนาเปลือกไข่ (shell thickness) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 0.362, 0.357, 0.354 และ 0.355 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่ง

สอดคล้องกับการทดลองของ Abou-Elezz และคณะ [16] ที่พบว่าการใช้ใบมะรุมสดเสริมให้ไก่ไข่กินที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความหนาเปลือกไข่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และยังสอดคล้องกับการทดลองของ Abou-Elezz และคณะ [17] ที่พบว่าการเสริมใบมะรุมผงในอาหารที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความหนาเปลือกไข่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ความหนาเปลือกไข่จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลักของเปลือกไข่ คือ แคลเซียมคาร์บอเนต และพลังงานเป็นโภชนะอย่างหนึ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการสร้างเปลือกไข่ เมื่อพิจารณาสูตรอาหารทดลองครั้งนี้ พบว่าอาหารทดลองมีโภชนะต่าง ๆ และระดับแคลเซียมคาร์บอเนตใกล้เคียงกันทำให้ความหนาเปลือกไข่ในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P> 0.05)

ตารางที่ 4 ผลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพไข่

ข้อมูลที่บันทึก	ระดับใบมะรุมในอาหาร (%)				P-value	C.V.	F-test
	0	2	4	6			
สีเปลือกไข่	23.39±0.51	22.70±1.71	23.12±1.46	22.66±1.06	0.62	4.36	NS
ความหนาเปลือกไข่ (มิลลิเมตร)	0.362±0.01	0.357±0.01	0.354±0.01	0.355±0.01	0.56	2.69	NS
สีไข่แดง	9.05±0.03[d]	9.73±0.06[c]	10.36±0.04[b]	10.99±0.09[a]	0.0001	0.68	***
น้ำหนักเปลือกไข่ (% น้ำหนักไข่)	12.73±0.46	12.72±0.37	12.53±0.26	12.72±0.43	0.82	3.16	NS
น้ำหนักไข่แดง (% น้ำหนักไข่)	23.65±0.20	23.73±0.53	23.83±0.47	23.48±0.29	0.59	1.69	NS
น้ำหนักไข่ขาว (% น้ำหนักไข่)	63.62±0.54	63.55±0.57	63.64±0.30	63.80±0.50	0.84	0.69	NS
ความสูงไข่ขาว (มิลลิเมตร)	8.91±0.79	8.97±0.27	8.61±0.77	9.28±0.89	0.62	8.81	NS
ฮอฟ์ยูนิต	92.01±4.45	92.58±1.75	90.78±4.01	92.51±0.69	0.75	3.19	NS

[a,b,c,d] คือ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α = 0.05)

*** คือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (α = 0.0001)

NS คือ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (α = 0.05)

3.2.3 สีไข่แดง (yolk color) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 9.05, 9.73, 10.36 และ 10.99 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) พบว่าสีไข่แดงของการทดลองนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) สอดคล้องกับการวิจัยของ Abou-Elezz และคณะ [16] ที่พบว่าการใช้ใบมะรุมสดเสริมให้ไก่ไข่กินที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สีไข่แดงสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (13.0 และ 12.3 ตามลำดับ) และการวิจัยของ Abou-Elezz และคณะ [17] ที่พบว่าการเสริมใบมะรุมผงในอาหารที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สีไข่แดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05) โดยสีไข่แดงเพิ่มสูงขึ้นตามระดับใบมะรุมที่เพิ่มขึ้นในอาหาร และจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าเมื่อเสริมระดับใบมะรุมผงในอาหารเพิ่มขึ้นทำให้สีไข่แดงสูงขึ้นเนื่องจากใบมะรุมมีปริมาณแซนโทฟิลล์ (xantho-phyll) และแคโรทีน (carotene) สูง ซึ่งการวิจัยของ

Price [21] พบว่าใบมะรุมมีแคโรทีน 16.3 มิลลิกรัม/100 กรัมใบมะรุมแห้ง สารเหล่านี้เป็นแหล่งสารสีที่มาจากธรรมชาติ [16] ด้วยเหตุนี้การเสริมใบมะรุมผงในอาหารทำให้สีไข่แดงสูงขึ้น

3.2.4 น้ำหนักเปลือกไข่ (shell weight) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 12.73, 12.72, 12.53 และ 12.72 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักไข่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) พบว่าน้ำหนักเปลือกไข่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) น้ำหนักเปลือกไข่จากการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ Abou-Elezz และคณะ [16] ที่พบว่าการใช้ใบมะรุมสดเสริมให้ไก่ไข่กินที่ระดับ 0 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักเปลือกไข่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และยังสอดคล้องกับ Abou-Elezz และคณะ [17] ที่พบว่าการเสริมใบมะรุมผงในอาหารที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักเปลือกไข่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) น้ำหนักเปลือกไข่ของการวิจัยครั้งนี้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เนื่องจากไก่ไข่ได้รับอาหารที่มีองค์ประกอบทางโภชนะที่ใกล้เคียงกัน และเพียงพอต่อความต้องการพื้นฐานในการดำรงชีวิต [22, 23] โดยน้ำหนักเปลือกไข่ (เปอร์เซ็นต์) มักไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่าน้ำหนักไข่ขาวและไข่แดงจะมีสัดส่วนเปลี่ยนไป จึงทำให้น้ำหนักเปลือกไข่ของแม่ไก่มีค่าคงที่ และ Olugbemi และคณะ [9] รายงานว่า น้ำหนักเปลือกไข่จะสัมพันธ์กับความหนาเปลือกไข่ ยิ่งไปกว่านั้นน้ำหนักเปลือกไข่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักไข่ น้ำหนักไข่ขาว และน้ำหนักไข่แดงของการวิจัยครั้งนี้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จึงส่งผลทำให้น้ำหนักเปลือกไข่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

3.2.5 น้ำหนักไข่แดง (yolk weight) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 23.65, 23.73, 23.83 และ 23.48 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักไข่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) พบว่าน้ำหนักไข่แดงของการวิจัยครั้งนี้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับการวิจัยของ Abou-Elezz และคณะ [16] ที่พบว่าการใช้ใบมะรุมสดเสริมให้ไก่ไข่กินที่ระดับ 0 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักไข่แดงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และ Olugbemi และคณะ [10] รายงานว่าการเสริมใบมะรุมผงในอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้นเป็นวัตถุดิบหลักที่ระดับ 0, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักไข่แดงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดย สุวรรณ [19] รายงานว่าน้ำหนักไข่แดงมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ และน้ำหนักไข่ขาวที่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จึงทำให้น้ำหนักไข่แดงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

3.2.6 น้ำหนักไข่ขาว (albumen weight) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 63.62, 63.55, 63.64 และ 63.80 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักไข่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) พบว่าน้ำหนักไข่ขาวจากการวิจัยครั้งนี้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับ Abou-Elezz และคณะ [16] ที่พบว่าการใช้ใบมะรุมสดเสริมให้ไก่ไข่กินที่ระดับ 0 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักไข่ขาวมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และการวิจัยของ Olugbemi และคณะ [9] รายงานว่าการเสริมใบมะรุมผงในอาหารที่มีมันสำปะหลังเส้นเป็นวัตถุดิบหลักที่ระดับ 0, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้

น้ำหนักไข่ขาวมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยไก่ไข่ได้รับอาหารที่ระดับโปรตีน ไขมัน และพลังงานใกล้เคียงกันจะไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักไข่ [24] ซึ่งน้ำหนักไข่จะสัมพันธ์กับน้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง และน้ำหนักเปลือกไข่ จึงทำให้น้ำหนักไข่ขาวไม่แตกต่างกันด้วย

3.2.7 ความสูงไข่ขาว (albumen height) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 8.91, 8.97, 8.61 และ 9.28 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) พบว่าความสูงไข่ขาวจากการวิจัยครั้งนี้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งความสูงไข่ขาวเป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณภาพไข่และความสดของไข่ ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความสูงของไข่ขาว คือ อายุ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม สายพันธุ์ วิธีการจัดการเก็บไข่และสุขภาพของไก่ [20] และความสูงไข่ขาวนั้นขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเก็บไข่ โดยพบว่าไข่ที่เก็บไว้นานจะมีความสูงไข่ขาวต่ำ มีลักษณะไข่ขาวเหลว เนื่องจากพันธะระหว่างโปรตีนโอโวมูซินและโปรตีนไลโซไซม์อ่อนแอลง [25] นอกจากนี้การวิจัยครั้งนี้มีการปรับให้โภชนะในแต่ละสูตรอาหารมีค่าใกล้เคียงกันส่งผลให้ความสูงไข่ขาวที่ได้ไม่แตกต่างกัน

3.2.8 ค่าฮอฟ์ยูนิต (haugh unit) ของไก่ที่ได้รับสูตรอาหารควบคุม และสูตรอาหารที่เสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 92.01, 92.58, 90.78 และ 92.51 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P> 0.05) ซึ่งค่าฮอฟ์ยูนิตเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของไข่ขาว โดยค่าฮอฟ์ยูนิตเป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าที่ได้ระหว่างความสูงไข่ขาวกับน้ำหนักไข่ เนื่องจากความสูงไข่ขาวและน้ำหนักไข่ของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ทำให้ค่าฮอฟ์ยูนิตที่ได้จากการคำนวณที่ได้จากการวิจัยแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน

4. สรุป

การเสริมใบมะรุมผงที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่ไข่ ไม่ทำให้ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม และน้ำหนักไข่เฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่การเสริมใบมะรุมที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่ไข่ทำให้ผลผลิตไข่และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม ดีที่สุด นอกจากนี้การเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ทำให้สีไข่แดงเข้มขึ้นตามระดับใบมะรุมที่เพิ่มขึ้นในอาหาร แต่ไม่ส่งผลต่อคุณภาพไข่ด้านอื่น ๆ แต่การเสริมใบมะรุมผงสูงถึง 6 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารจะทำให้ผลผลิตไข่ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และมีแนวโน้มทำให้มวลไข่ลดลงด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากมูลนิธิการศึกษาเชล 100 ปี ที่สนับสนุนและให้โอกาสในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

6. รายการอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551, สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2550, ศูนย์สารสนเทศสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ.

[2] อัจฉรา นิยมเดชา และมงคล คงเสน, 2556, เมทาบอลิซึมและคุณประโยชน์ของแคโรทีนอยด์ในการเพิ่มความเข้มสีไข่แดง, Princess of Naradhiwas Univ. J. ฉบับพิเศษ 2556: 112-121.

[3] Anwar, F., Ashraf, M. and Bhanger, M.I., 2005, Interprovenance variation in the

composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan, JAOCS, 82: 45-51.

[4] Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M. and Gilani, A.H., 2007, *Moringa oleifera*: A food plant with multiple medicinal uses, Phytother. Res. 21: 17-25.

[5] Ndong, M., Uehara, M., Katsumata, S. and Suzuki, K., 2007, Effects of oral administration of *Moringa oleifera* Lam on glucose tolerance in gotokakizaki and wistar rats, J. Clin. Biochem. Nutr, 40: 229-233.

[6] Makkar, H.P.S. and Becker, K., 1996, Nutritional value and anti-nutional component of whole and ethanol extracted *M. oleifera* leaves, Anim. Feed Sci. and Techn, 63: 211-228.

[7] Jayavardhanan, K.K., Suresh, K., Panikkar, K.R. and Vasdevan, D.M., 1994, Modular potency of drumstick lectin on host defense system, J. Exp. Clin. Cancer Res., 13: 205-209.

[8] Fuglie, L.J., 1999, The Miracle Tree: *Moringa oleifera*, Natural Nutrition for the Tropics, Church World Service, Dakkar, Senegal. 68 p.

[9] Olugbemi, T.S., Mutayoba, S.K. and Lekule, F.P., 2010, Evaluation of *Moringa oleifera* leaf meal inclusion in cassava chip based diets fed to laying birds, Livest. Res. Rur. Dev., 22(6): 118.

[10] Siddhuraju, P. and Becker, K., 2003, Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) leaves, J. Agric. Food Chem. 51: 2144-2155.

[11] Fahey, J.W., 2005, Moringa oleifera: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic and prophylactic properties, Part 1, Trees Life 1: 5.

[12] NRC, 1994, Nutrient Requirements of Poultry, National Academy Press, Washington D.C.

[13] SAS, 2004, STAT User's Guide Release 9.1, SAS Inst, Inc., Cary, NC.

[14] Atuahene, C.C., Attoh-Kotoku, V., Fosu, K.D., Amissah, S.E., Sarfo, F.K. and Mensah, J.J., 2010, Preliminary study of the effect of feeding *Moringa oleifera* leaf meal as a feed ingredient on the growth performance of broiler chickens, pp. 72-75, Proceedings of the 28th and 29th Ghana Animal Science Association held at the University of Education, Winneba, Mmpong Campus,.

[15] Mutayoba, S.K., Dierenfeld, E., Mercedes, V.A., Frances, Y. and Knight, C.D., 2011, Determination of chemical composition and anti-nutritive components for Tanzanian locally avaiable poultry feed ingredients, Int. J. Poult. Sci. 10: 350-357.

[16] Abou-Elezz, F.M.K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R., Solorio-Sanchez, J., 2012, The nutritional effect of *Moringa*

oleifera fresh leaves as feed supplement on Rhode Island Red hen egg production and quality, Trop. Anim. Health Prod. 44: 1035-1040.

[17] Abou-Elezz, F.M.K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R. and Solorio-Sanchez, F., 2011, Nutritional effects of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleifera* leaf meal on Rhode Island Red hens' performance, Cub J. Agri Sci. 45: 163-169.

[18] Kakengi, A.M.V., Kaijage, J.T., Sarwatt, S.V., Mutayoba, S.K., Shem, M.N. and Fujihara, T. 2007. Effect of Moringa oleifera leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania. Livestock Res. Rur. Develop. 19: 363-367.

[19] สุวรรณ เกษตรสุวรรณ, 2529, ไข่และเนื้อไก่, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ. 382 หน้า.

[20] North, M.O. and Bell, D.D., 1990, Commercial Chicken Production Manual, 4th Ed., Van Nostrand Reinhold, New Yolk, 913 p.

[21] Price, M.L., 2000, The Moringa tree, ECHO Development Note, USA.

[22] Tan, J.Z., Chen, H.I. and Zeng, A.Q., 1988, Energy and protein requirement of protein laying duck, J. Chin. Soc. Anim. Sci. 6: 3-8.

[23] Etches, R.J., 1996, Reproduction in Poultry, University Press, Cambridge.

[24] Rose, S.P., 1997, Principle of Poultry Science, CAB international Wallingford.

[25] เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ, 2545, โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์ปีก, คณะสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, นครศรีธรรมราช, 110 น.